NORME INTERNATIONALE

ISO 7919-2

Première édition
1996-07-15

Vibrations mécaniques des machines non alternatives — Mesurages sur les arbres tournants et critères d'évaluation —

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Partie 2:

Turbo-alternateurs installés sur fondation radier

ISO 7919-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fca9e213-9589-4395-b9aa-1436ee7eca13/iso-7919-2-1996

Mechanical vibration of non-reciprocating machines — Measurements on rotating shafts and evaluation criteria —

Part 2: Large land-based steam turbine generator sets

Numéro de référence
ISO 7919-2:1996(F)

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

La Norme internationale ISO 7919-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, sous-comité SC 2, *Mesure et évaluation des vibrations et chocs mécaniques intéressant les machines, les véhicules et les structures*.

ISO 7919-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fca9e213-9589-4395-b9aa-1436ee7eca13/iso-7919-2-1996

L'ISO 7919 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Vibrations mécaniques des machines non alternatives — Mesurages sur les arbres tournants et critères d'évaluation*:

— *Partie 1: Directives générales*

— *Partie 2: Turbo-alternateurs installés sur fondation radier*

— *Partie 3: Machines industrielles couplées*

— *Partie 4: Turbines à gaz*

— *Partie 5: Machines équipant les centrales hydroélectriques et les stations de pompage (DIS distribué en version anglaise seulement)*

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de l'ISO 7919.

© ISO 1996
Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Introduction

La présente partie de l'ISO 7919 concerne les caractéristiques spéciales nécessaires au mesurage des vibrations transversales des arbres des turbo-alternateurs dans les centrales électriques. Des critères d'évaluation basés sur l'expérience acquise sont présentés; ils peuvent être utilisés pour l'évaluation des comportements vibratoires des turbo-alternateurs.

Les principes généraux pour le mesurage et l'évaluation des vibrations des arbres des machines non alternatives sont donnés dans l'ISO 7919-1.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 7919-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fca9e213-9589-4395-b9aa-1436ee7eca13/iso-7919-2-1996

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 7919-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fca9e213-9589-4395-b9aa-1436ee7eca13/iso-7919-2-1996

Vibrations mécaniques des machines non alternatives — Mesurages sur les arbres tournants et critères d'évaluation —

Partie 2:
Turbo-alternateurs installés sur fondation radier

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 7919 donne des directives concernant l'application des critères d'évaluation des vibrations des arbres dans les conditions normales de fonctionnement. Les vibrations sont mesurées au droit des paliers des turbo-alternateurs ou au voisinage. Les critères concernent à la fois les vibrations stationnaires et leurs variations. Les valeurs numériques spécifiées ne sont pas destinées à être utilisées comme base unique pour l'évaluation des vibrations, étant donné qu'en général, les critères qui concernent les vibrations d'une machine sont évalués en prenant en compte les vibrations à la fois de l'arbre et des structures qui lui sont associées (voir l'introduction de l'ISO 7919-1).

La présente partie de l'ISO 7919 s'applique aux turbo-alternateurs dans les centrales électriques, installés sur fondation radier et dont les vitesses nominales sont comprises entre 1 500 tr/min et 3 600 tr/min, et la puissance utile est supérieure à 50 MW.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 7919. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 7919 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 7919-1:1996, *Vibrations mécaniques des machines non alternatives — Mesurages sur les arbres tournants et critères d'évaluation — Partie 1: Directives générales.*

ISO 10816-1:1995, *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes — Partie 1: Directives générales.*

ISO 10816-2:1996, *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes — Partie 2: Turboalternateurs installés sur fondation radier, excédant 50 MW.*

3 Procédures de mesurage

Les procédures de mesurage et les instruments utilisés doivent être comme décrit dans l'ISO 7919-1.

Les premières expériences acquises sur les turbo-alternateurs résultaient du mesurage des vibrations absolues des arbres à l'aide de transducteurs en contact avec l'arbre. Récemment, les mesurages des vibrations relatives sont devenus communs en utilisant des transducteurs sans contact. Les vibrations absolues de l'arbre peuvent toutefois être obtenues, si nécessaire, par la sommation des signaux issus des transducteurs sans contact et des transducteurs sis-

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 7919-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ea0e212-9589-4895-b9aa-1436ee7eca13/iso-7919-2-1996

miques disposés ensemble sur la structure (le palier). Chacune de ces méthodes est actuellement utilisée et c'est pourquoi, les mesurages des vibrations absolues et relatives des arbres sont considérés au même titre dans la présente partie de l'ISO 7919.

Pour la surveillance, le système de mesurage doit pouvoir mesurer les composantes de fréquence au moins égale à 160 Hz, ce qui est la limite pratique de la plupart des transducteurs en contact avec l'arbre. Toutefois, il convient de noter que pour des diagnostics, il peut être souhaitable de couvrir un plus large domaine de fréquences.

Avant la mise en exploitation des turbo-alternateurs, des mesurages du déplacement de l'arbre à basse vitesse peuvent être effectués. Les valeurs obtenues peuvent être comparées aux valeurs escomptées et peuvent donc servir de base pour l'évaluation de l'état du rotor, par exemple pour déterminer s'il existe une flèche ou un mauvais alignement des paliers. De tels mesurages ne peuvent généralement pas fournir des valeurs correspondant aux conditions normales de fonctionnement de l'arbre, puisque ces conditions peuvent être affectées par des flèches transitoires, des mouvements irréguliers des tourillons dans les coussinets, des mouvements axiaux, etc. Il est donc recommandé de ne pas soustraire les signaux mesurés à basse vitesse des signaux mesurés à la vitesse nominale, sans tenir compte des facteurs ci-dessus afin d'éviter de mauvaises interprétations concernant les vibrations de la machine (voir ISO 7919-1).

NOTE 1 Si des mesurages à basse vitesse sont effectués, il est important de s'assurer que la bande passante du système de mesurage est convenable.

4 Critères d'évaluation

Les critères concernant l'amplitude des vibrations, les variations des amplitudes des vibrations et les limites de fonctionnement sont présentés dans l'annexe A.

L'amplitude des vibrations est la plus grande des amplitudes de déplacement crête à crête mesurées dans deux directions perpendiculaires fixées. Les valeurs ici définies résultent de l'expérience avec des machines de ce type et lorsque celles-ci sont convenablement entretenues, elles permettent un fonctionnement acceptable. Si l'on n'utilise qu'une seule direction de mesurage, il convient de veiller à ce que soient fournies des indications adéquates (voir ISO 7919-1).

Les critères sont applicables pour les conditions de fonctionnement stationnaires à la vitesse nominale et à la puissance nominale. Ils s'appliquent également lors des variations lentes de la puissance du générateur, à l'exclusion de conditions différentes ou lors des variations transitoires, par exemple lors du démarrage et de l'arrêt, et lors du passage par des domaines de résonances. Dans ces cas, il est nécessaire d'utiliser d'autres critères.

Il convient de noter qu'une évaluation globale de l'état vibratoire d'une machine repose souvent sur les vibrations des arbres, comme défini ci-dessus, et sur les mesurages effectués sur des parties non tournantes (paliers) (voir ISO 10816-1 et ISO 10816-2).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 7919-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fea9e213-9589-4395-b9aa-1436ee7eca13/iso-7919-2-1996

Annexe A
(normative)

Critères d'évaluation pour les vibrations des arbres des turbo-alternateurs dans des conditions de fonctionnement spécifiées

A.1 Généralités

Deux critères permettent d'évaluer les vibrations des arbres des turbo-alternateurs mesurées au droit ou à proximité des paliers. Le premier considère l'amplitude des vibrations des arbres observées en bande large; le second considère les modifications d'amplitude, qu'il s'agisse d'augmentations ou de réductions.

A.2 Critère I: Amplitude des vibrations à la vitesse nominale dans des conditions de fonctionnement stables

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 7919-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fca9e213-9389-4395-b9aa-1436ee7eca13/iso-7919-2-1996

Ce critère porte sur la définition des limites de l'amplitude des vibrations des arbres cohérentes avec des forces dynamiques acceptables du palier, des déplacements radiaux (jeux) convenables et une transmission acceptable des vibrations au support et aux fondations. L'amplitude maximale des vibrations des arbres, observée au droit de chaque palier, est évaluée par rapport à quatre zones d'évaluation établies par expérience au niveau international.

A.2.1 Zones d'évaluation

Les zones types d'évaluation ci-dessous sont définies pour permettre une évaluation qualitative des vibrations de l'arbre sur une machine donnée et pour fournir des directives en vue d'actions éventuelles.

Zone A: Les vibrations des machines nouvellement mises en service appartiendraient normalement à cette zone.

Zone B: Les machines dont les vibrations appartiennent à cette zone sont normalement jugées acceptables pour un fonctionnement à long terme sans restriction.

Zone C: Les machines dont les vibrations appartiennent à cette zone sont normalement jugées inaptes à un fonctionnement continu à long terme. D'une manière générale, la machine peut être exploitée pendant une période limitée dans ces conditions dans l'attente d'une occasion permettant d'effectuer des opérations de maintenance.

Zone D: Les valeurs de vibration appartenant à cette zone sont normalement jugées susceptibles de provoquer des détériorations de la machine.

A.2.2 Limites des zones d'évaluation

Les valeurs recommandées pour les limites de zone sont données au tableau A.1 pour les vibrations relatives de l'arbre et au tableau A.2 pour les vibrations absolues de l'arbre. Ces valeurs reposent sur l'expérience actuelle acquise en matière de mesurage des vibrations des arbres dans ce domaine. Elles ne sont pas destinées à servir de spécifications d'acceptation qui doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant de la machine et le client. Toutefois, elles fournissent des directives pour éviter des insuffisances graves ou des prescriptions irréalistes.

Dans certains cas, des aspects spécifiques associés à une machine particulière nécessiteraient de prendre des valeurs différentes (supérieures ou inférieures) por les limites de zone. Par exemple, avec un palier de butée à segments, il peut être nécessaire de spécifier d'autres valeurs des vibrations, alors que, dans le cas d'un palier elliptique, différents critères peuvent être adoptés correspondant aux jeux maximal et minimal. En particulier, il convient d'admettre que les vibrations admissibles peuvent être liées au diamètre des tourillons car, d'une manière générale, les jeux en fonctionnement seront plus importants pour des paliers de plus grand diamètre. En conséquence, différentes valeurs peuvent s'appliquer aux mesurages effectués sur différents paliers de la même ligne rotorique. En pareil cas, il serait normalement nécessaire d'en expliquer les raisons, et, en particulier, de confirmer que l'exploitation avec des valeurs de vibration plus élevées ne menacerait pas la machine.

Des valeurs plus élevées peuvent être permises en d'autres points de mesurage dans des états transitoires, tels que le démarrage et l'arrêt (y compris le passage des vitesse critiques). Par ailleurs, pour d'autres paliers faiblement chargés (par exemple les coussinets des excitatrices), d'autres critères fondés

sur la conception détaillée de la machine peuvent être nécessaires.

Tableau A.1 — Valeurs recommandées du déplacement relatif maximal de l'arbre pour les turbo-alternateurs aux limites de zone

Valeurs crête à crête en micromètres

Limite de zone	Fréquence de rotation de l'arbre, tr/min			
	1 500	1 800	3 000	3 600
	Déplacement relatif maximal de l'arbre			
A/B	100	90	80	75
B/C	200	185	165	150
C/D	320	290	260	240

Tableau A.2 — Valeurs recommandées du déplacement absolu maximal de l'arbre pour les turbo-alternateurs aux limites de zone

Valeurs crête à crête en micromètres

Limite de zone	Fréquence de rotation de l'arbre, tr/min			
	1 500	1 800	3 000	3 600
	Déplacement absolu maximal de l'arbre			
A/B	120	110	100	90
B/C	240	220	200	180
C/D	385	350	320	290

A.3 Critère II: Variation d'amplitude des vibrations

Ce critère assure une évaluation de la variation de l'amplitude des vibrations par rapport à une valeur de référence ou de base établie antérieurement. Il peut se produire une augmentation ou une réduction significative de l'amplitude des vibrations de l'arbre appelant des opérations de maintenance même si la limite de la zone C du critère I n'a pas été atteinte. Ces variations peuvent être instantanées ou progressives dans le temps, et elles peuvent indiquer qu'une détérioration s'est produite et avertir d'une défaillance imminente ou de tout autre défaut. Le critère II est spécifié en considérant la variation de l'amplitude des vibrations de l'arbre apparaissant dans des conditions de fonctionnement stables.

La valeur de référence de ce critère est la variation normale reproductible, définie par des mesurages précédents dans des conditions de fonctionnement spécifiques. Si cette valeur de référence varie d'une façon significative et si elle dépasse 25 % de la valeur limite supérieure pour la zone B, en augmentation ou en réduction, une alarme peut être déclenchée. Il convient alors de prendre des mesures pour déterminer les causes de cette variation et, si nécessaire, d'engager des opérations appropriées. Il convient donc de prendre une décision concernant ces opérations (s'il en est besoin) en tenant compte de la valeur maximale de la vibration et de l'état stationnaire ou non de la machine après les variations.

Lors de l'application du critère II, il faut effectuer les mesurages des vibrations que l'on compare avec le transducteur placé au même endroit et dans la même position et approximativement dans les mêmes conditions de fonctionnement de la machine.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 7919-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fca9e213-9589-4395-b9aa-1436ed7eca13/iso-7919-2-1996

Un critère basé sur la variation des amplitudes des vibrations ne permet pas de déceler toutes les anomalies, étant donné que des variations significatives des amplitudes des composantes peuvent se produire et se produisent sans pour autant entraîner des variations de l'amplitude globale (voir l'ISO 7919-1). Par exemple, l'évolution d'une fissure dans un rotor peut entraîner des variations progressives des composantes, dont les fréquences sont multiples de la fréquence de rotation, mais cette amplitude peut être faible par rapport à l'amplitude de la composante fondamentale de la fréquence de rotation. Par conséquent, il peut s'avérer difficile de reconnaître les effets de propagation d'une fissure par le seul examen de la variation de l'amplitude globale. En conséquence, au-delà de la surveillance des variations de l'amplitude globale, il peut être nécessaire pour certaines applications, d'utiliser des équipements d'analyse et de mesurage susceptibles de déterminer les variations vectorielles qui peuvent se produire dans les composantes des vibrations. Ces équipements peuvent être plus perfectionnés que ceux utilisés pour la surveillance normale, et leur utilisation et l'interprétation des informations qu'ils délivrent, exigent des connaissances spéciales. Les spécifications des critères détaillés pour des mesurages de ce type n'entrent donc pas dans le domaine d'application de la présente partie de l'ISO 7919.

A.4 Limites de fonctionnement

Pour un service de longue durée, il est d'usage d'établir des limites de vibration en service. Ces limites prennent la forme d'ALARMES et de DÉCLENCHEMENT.

ALARMES: Pour avertir qu'une valeur définie de vibration a été atteinte ou qu'un changement significatif est intervenu où il peut être nécessaire d'intervenir

pour y remédier. En général, si une situation d'ALARME se produit, la machine continue à fonctionner pendant une période d'investigations pour identifier la raison de la variation des vibrations et définir le remède à apporter.

DÉCLENCHEMENTS: Pour spécifier l'amplitude des vibrations au-delà de laquelle la poursuite du fonctionnement de la machine peut provoquer un dommage. Si la valeur de DÉCLENCHEMENT est dépassée, il convient d'intervenir immédiatement pour réduire les vibrations ou d'arrêter la machine.

Différentes limites de fonctionnement, reflétant les différences de chargement dynamique et de rigidité des supports, peuvent être spécifiées pour différents points et directions de mesurage.

A.4.1 Positionnement des ALARMES

Pour différentes machines, les valeurs d'ALARME peuvent varier considérablement vers le haut ou vers le bas. Les valeurs choisies seront normalement établies, pour le point ou la direction de mesurage, sur la machine concernée, par rapport à une valeur de référence fixée en se fondant sur l'expérience.

Il est recommandé que l'ALARME soit fixée au-dessus du niveau de référence d'une valeur égale à 25 % de la limite supérieure de la zone B. Si la base est basse, l'ALARME peut être en dessous de la zone C.

Lorsqu'il n'y a pas de référence établie, pour une machine neuve par exemple, il convient que le positionnement initial de l'ALARME repose sur l'expérience acquise avec d'autres machines similaires ou par rapport aux valeurs d'acceptation convenues. Au bout d'un certain temps, il convient d'établir le niveau de référence en régime permanent et d'adapter le positionnement de l'ALARME en conséquence.

Si la base en régime permanent change (après réparation de la machine, par exemple), le positionnement de l'ALARME peut être revu en conséquence. Différents positionnements de l'ALARME en service peuvent alors exister pour différents paliers sur la machine, reflétant les différences de chargement dynamique et de rigidité des supports de paliers.

A.4.2 Positionnement des DÉCLENCHEMENTS

Les valeurs des DÉCLENCHEMENTS seront en général liées à l'intégrité mécanique de la machine et dépendront de caractéristiques spécifiques de conception, introduites pour permettre à la machine de résister à des efforts dynamiques anormaux. Les valeurs utilisées seront donc, en général, les mêmes pour toutes les machines de conception similaire et ne seraient normalement pas liées à la valeur de base en régime permanent utilisée pour le positionnement des ALARMES.

Il peut toutefois y avoir des différences pour des machines de conception différente et il n'est pas possible de donner des lignes directrices pour des valeurs de DÉCLENCHEMENT absolues. En général, la valeur de DÉCLENCHEMENT se situera dans la zone C ou D.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 7919-2:1996
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fca9e213-9589-4395-b9aa-1436ee7eca13/iso-7919-2-1996